La Turbina a Gas prevista para reemplazar a la LM 2500 en la U.S. NAVY

Capitán de Fragata
Oscar Robles Moreno

En diciembre de 1978, con la incorporación del BAP. CARVAJAL a la Marina de Guerra del Perú, pasamos a la vanguardia a nivel Latinoamericano, no sólo en cuanto a equipamiento de armas y electrónica sino también en sistemas de propulsión de Unidades Navales.

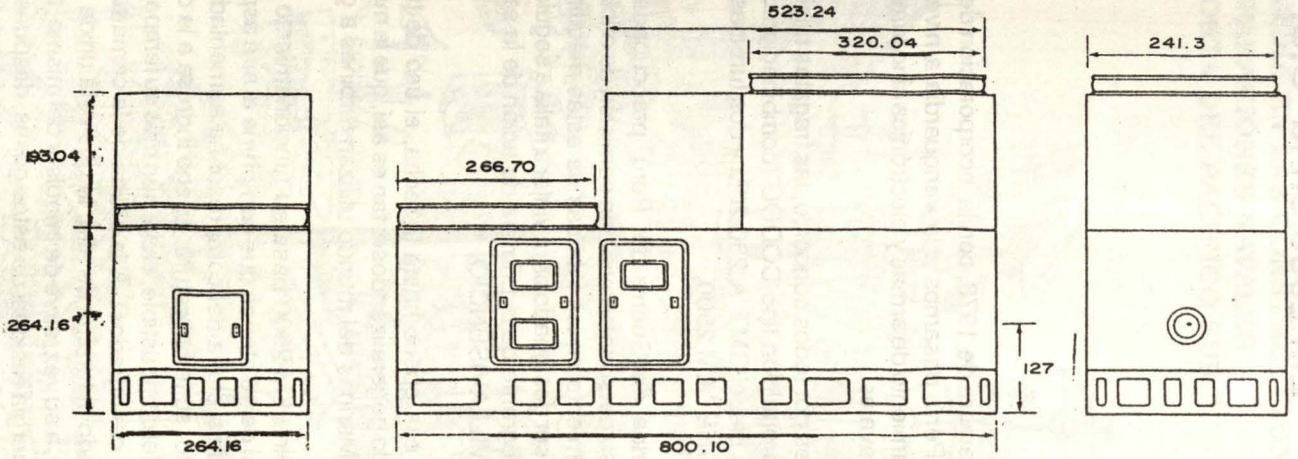
Como es por todos conocido, las fragatas misileras Clase CARVAJAL tienen una planta de propulsión tipo CODOG (combinación de diesel y gas), la cual consta de dos motores diesel GMT A.230.20M y dos turbinas a gas "GENERAL ELECTRIC - FIAT AVIAZIONE " LM 2500.

La Marina de Guerra del Perú, preocupada siempre por la capacitación profesional de su personal, envió una comisión de oficiales y personal a seguir cursos de perfeccionamiento en las fábricas de estas máquinas. En esa coyuntura, tuve la oportunidad de ser designado para viajar a Italia a seguir los cursos antes mencionados como futuro integrante de la primera dotación de la segunda fragata misilera de esa clase: el BAP. VILLAVISENCIO.

Desde esa época hasta la fecha, el uso de turbinas a gas para propulsión marina ha venido generalizándose; tan es así, que la mayoría de buques modernos de las principales Marinas del mundo utilizan turbinas a gas para su propulsión.

La turbina LM-2500 basa su funcionamiento en el ciclo Brayton. Tiene un compresor axial de 16 etapas que comprime el aire aspirado desde el exterior, el cual al llegar a la última etapa del compresor ha aumentado su presión, y, también como producto de esto, su temperatura. Luego ingresa a la cámara de combustión, donde, con la energía del combustible, eleva aún más su temperatura (llega aproximadamente a 1,000 grados centígrados). A la salida de la cámara de combustión, este gas va a trabajar moviendo la turbina de alta, la que está unida en un mismo eje al compresor axial; por lo que, a su vez, sirve de impulsor del mismo, retroalimentando la generación de gases. La energía residual de estos gases, después de la turbina alta, va a trabajar a la turbina de potencia a la que está unida a través del tren de reductores al eje y hélices del buque. De esta turbina el gas va al exterior sin realizar ningún trabajo, pese a que conserva aún algo de energía residual.

DIMENSIONES DEL MODULO DE LA WR. 21 - ICR



El ciclo anteriormente explicado puede ser mejorado, en cuanto a eficiencia de la máquina (menor consumo de combustible), teniendo presente lo siguiente: la temperatura con la que llega el aire a la última etapa del compresor limita en alguna medida la presión máxima que el compresor puede dar al término de su trabajo. Si se pudiese enfriar el aire durante su proceso de compresión, esto permitiría que se pueda lograr una mayor presión del aire al ingreso de la cámara de combustión.

Con lo explicado anteriormente logramos que el aire se encuentre con una mayor presión al ingreso de la cámara de combustión. Si antes de que ingrese a la citada cámara logramos desviarlo para calentarlo aún más aprovechando el calor residual de los gases de escape después de haber trabajado en la turbina de potencia, se logrará una mayor temperatura del aire al ingreso a la cámara de combustión, requiriéndose menos combustible para obtener mayor potencia.

Este ciclo mejorado lograría una máquina de menor tamaño que dé más potencia y consuma menos combustible. Entiendo que motivado principalmente por esto, el 26 de diciembre de 1991 fue firmado un contrato de 160 millones de dólares entre la USS Naval Sea Systems Command (Navsea) y la " Westinghouse Electric Corporation " como contratistas principales para el diseño, desarrollo, fabricación y pruebas de dos turbinas de gas de 29000 bhp. con enfriador intermedio y recuperador a la descarga de los gases de escape (ICR) (intercooled and recuperated).

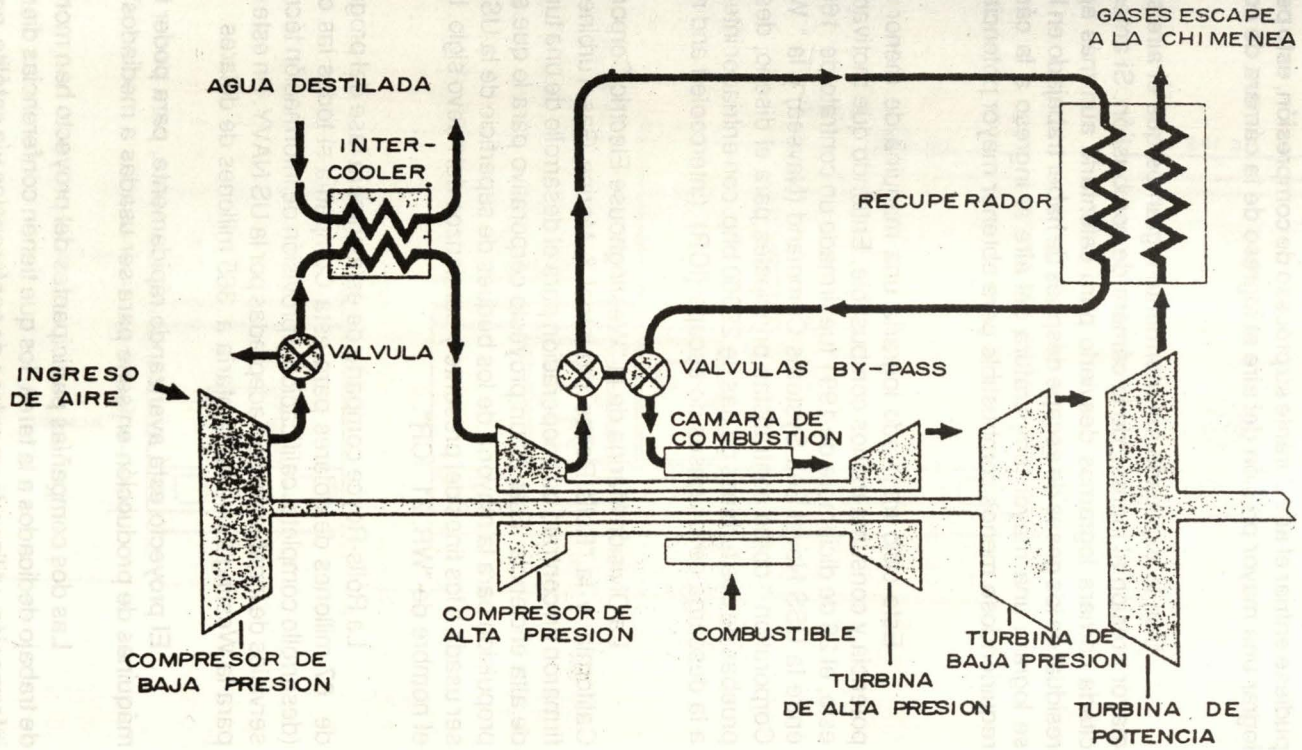
La División Marina de la "Westinghouse Electric Corporation" de Sunnyvale, California, y la "Rolls-Royce Industrial & Marine Gas Turbine Ltd.", de Inglaterra, firmaron un contrato de cooperación para el desarrollo de una turbina de gas marítima de alta eficiencia. Este es un proyecto corporativo para lo que será la maquinaria de propulsión para la mayoría de los buques de superficie de la US NAVY, prevista para ser usada a los fines del presente y comienzos del nuevo siglo. La turbina ha recibido el nombre de "WR. 21 ICR".

La Rolls-Royce comparte de esta primera fase del programa con un contrato de 67 millones de dólares para esta Compañía si todas las opciones del contrato (desarrollo completo, calificación y provisión de información técnica, entrenamiento y servicios de ingeniería) son aceptadas por la US NAVY. En este caso, el contrato total para la Westinghouse aumentaría a 365 millones de dólares.

El proyecto está avanzando rápidamente, para poder tener disponibles dos máquinas de producción en serie para ser usadas a mediados de 1998.

Las dos compañías participantes del proyecto han montado buenos equipos de trabajo dedicados a la tarea, los que tienen conferencias diarias de intercambio de información, utilizando un enlace de conferencias vía satélite, para discutir el progreso y los detalles de los diseños, etc.

CICLO ESQUEMATICO DE LA WR. 21 ICR



Anteriormente a este contrato, la "Rolls-Royce Industrial & Marine Gas Turbine Ltd." había iniciado un programa ICR, el que emprendió en forma independiente, basado en la turbina a gas marina "SPEY"; pero, debido a que en el contrato con la US NAVY el requerimiento de potencia era mayor al que ellos venían trabajando, decidió utilizar la turbina de uso aéreo RB. 211, como la turbina base del nuevo proyecto. Este se beneficiará de la producción en serie y el desarrollo de la turbina base, actualmente con más de 42 millones de horas de servicio y experiencia.

Las especificaciones impuestas a los contratistas por la US NAVY fueron claras y limitativas debido a la intención de utilizar la nueva turbina para modernizar una buena cantidad de buques propulsados actualmente por las turbinas LM. 2500 de la "General Electric" - " Fiat Aviazione" actualmente en uso en sus unidades debiendo corresponder en dimensiones y características, así como la velocidad del eje de salida y de igual forma el peso restringido a 12,000 lbs.

El módulo de la Turbina WR. 21 ICR es 3 pulgadas más corto que el de la LM-2500, pero tiene 65 pulgadas más de alto, debido a que debe acomodar el enfriador intermedio (intercooler) y principalmente el recuperador de gases de escape, (recuperated); sin embargo, esta aún dentro de las dimensiones de los buques existentes en la US NAVY, por lo que esto no representa una limitación para las modernizaciones de los mismos.

El proyecto de las turbinas "WR. 21 ICR", es una combinación de componentes, basado principalmente en diversos elementos de varias de las turbinas de la familia de la RB. 21 para aeronaves optimizadas para su operación a nivel del mar con enfriador intermedio (intercooler) y recuperador de gases de escape (recuperated).

Las seis etapas del compresor de baja presión movidas por la turbina de baja presión está basada en la RB. 211 versión 535E4, así como el compresor de alta presión que recibe aire desde el intercooler y es movido por la turbina de alta presión que viene de una modificación de la turbina aérea RB. 211 - 524G/H.

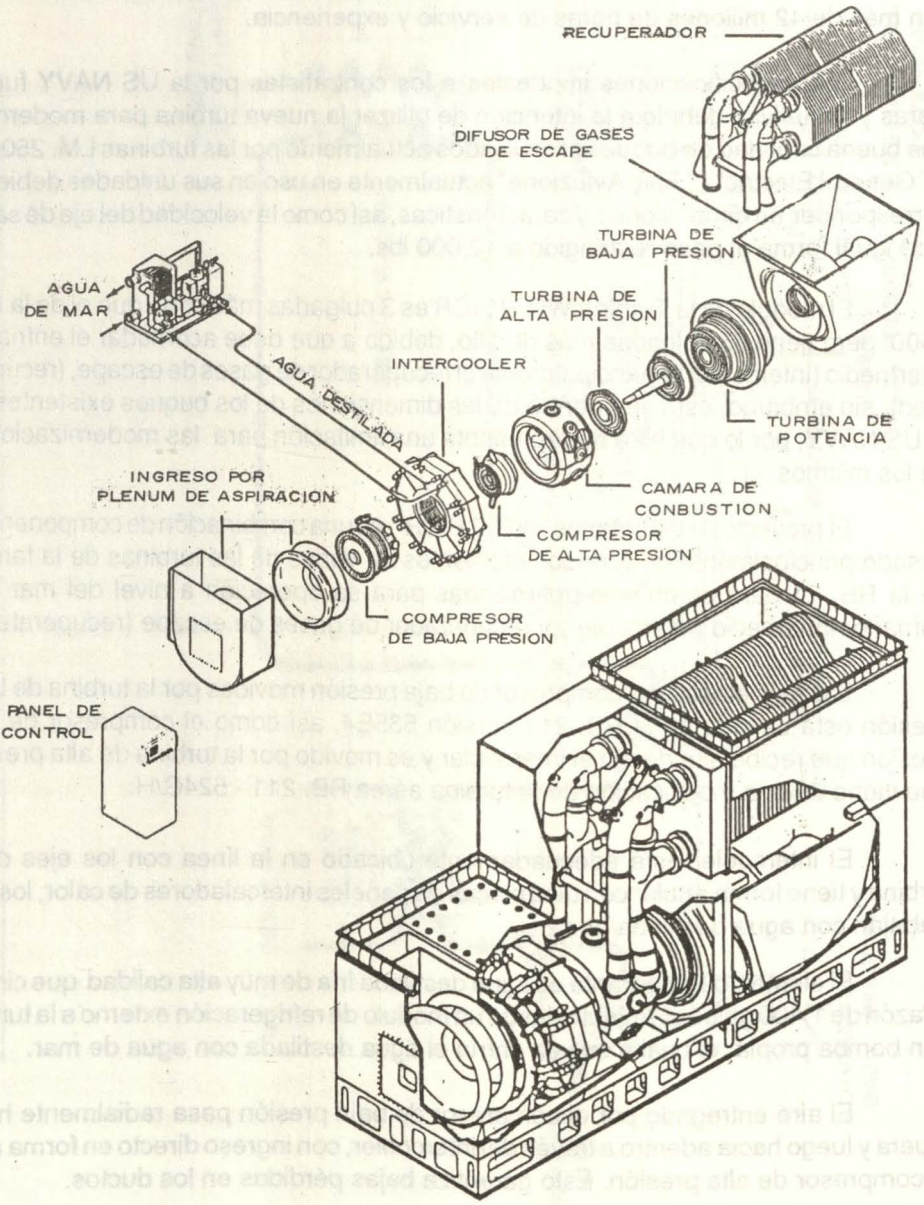
El intercooler está adecuadamente ubicado en la línea con los ejes de la turbina y tiene forma anular con diez placas de paneles intercaladores de calor, los que trabajan con agua destilada/aire.

El elemento refrigerante es agua destilada fría de muy alta calidad que circula a razón de 1,400 galones /minuto desde un módulo de refrigeración externo a la turbina con bomba propia, el cual a su vez enfría el agua destilada con agua de mar.

El aire entregado por el compresor de baja presión pasa radialmente hacia afuera y luego hacia adentro a través del intercooler, con ingreso directo en forma axial al compresor de alta presión. Esto garantiza bajas pérdidas en los ductos.

A fin de evitar condensaciones en climas de alta humedad donde la formación de gotas podría dañar las paletas del compresor de alta presión, el suministro de agua

TURBINA WR.21 ICR VISTA DE COMPONENTES



fría puede ser desviado parcialmente para asegurarse que la temperatura de descarga esté sobre el punto de formación de rocío.

El efecto de desviar completamente el intecooler en el supuesto de avería del mismo podría afectar el normal funcionamiento del compresor. En ambientes de altas temperaturas podría reducir la potencia disponible, pero quedaría suficiente para velocidades de crucero.

El recuperador y sus ductos están contenidos dentro de una caja rectangular ubicada sobre la parte final del módulo de la turbina ICR. La altura total es de 190 pulgadas (4.83 mts.), lo que permitirá su instalación en los destructores de la clase "SPRUANCE", la clase DDG. 51 y las demás clases derivadas de este tipo de buques.

El recuperador consiste de dos grupos de aletas de cuatro hileras; el lado de las placas por donde pasa el gas tiene 0.5 pulgadas y forma plana, ofreciendo mínima restricción al flujo del mismo hacia su descarga por la chimenea y, por ende, no genera ningún tipo de problemas de contrapresión.

El aire procedente del compresor de alta presión, antes de ingresar a la cámara de combustión, hace una sucesión de pases de flujo en cruz a través del recuperador.

Válvulas de desviación y aislamiento en los ductos paralelos de entrada y salida del recuperador permiten a uno o ambos de los grupos de aletas ser cerrados en caso de avería, esto no reduce la potencia disponible, pero el consumo de combustible se incrementa, ya que se necesitará más del mismo para que los gases alcancen la temperatura requerida.

Aparte de la ausencia del ventilador y la presencia de un eje de potencia en el caso marino, la única diferencia significativa con la configuración de la máquina base es la distribución de las nueve cámaras de combustión que están ahora distribuidas radialmente. Esta forma es actualmente usada en la turbina de gas RB. 211 industrial.

La turbina de potencia de seis estapas está basada en la RB. 211 800, que, en la versión aeronáutica, suministra potencia a un inmenso ventilador al ingreso del compresor, y que, en la versión marina, es la que da la potencia para mover los ejes del buque.

Está previsto poder efectuar tareas de mantenimiento en el generador de gases "in situ" hasta el nivel de intercambio total de componentes removibles en el módulo.

La turbina WR. 21 ICR tiene un (TBO) tiempo medio entre recorrido integral de 24,000 horas de trabajo, el cual es muy bueno comparado con las 11,300 que considera actualmente en sus planes de mantenimiento la US NAVY para la LM. 2500.

El proyecto se ha emprendido en dos fases: la primera fase, que se viene ejecutando desde diciembre 1991 y terminará en diciembre 1995, durante la cual el diseño y desarrollo de la ICR será ejecutado y demostrado la validez de sus características críticas, y la segunda fase, que será desde junio 1994 a diciembre 1999, y que incluye las pruebas por la US. NAVY, el establecimiento y conducción de cursos de entrenamiento y preparación de manuales de instrucción.

Proyectada para ser el reemplazo de la LM. 2500, que actualmente propulsa a, practicamente, todos los buques a turbinas a gas de US NAVY, la turbina WR. 21 ICR tendrá una performance notablemente mejorada y un incremento en la potencia de 26,400 bhp a 29,000 bhp. El ahorro de combustible que se prevé durante la propulsión normal de un buque de la clase DDG. 51 se estima en un 30%.

Las turbinas GE LM. 2500 están actualmente siendo construídas en un promedio de 52 por año con un costo de 6.5 millones de dólares cada una. Se prevé que la turbina WR. 21 ICR costará 9.0 millones con una tasa de producción de aproximadamente 20 por año. La US NAVY ha presupuestado un total 350 millones de dólares de los cuales los 180 millones son la primera parte para cumplir su necesidad urgente de reducir sus costos operativos (combustible).

BIBLIOGRAFIA:

- Maritime Defence Vol. 17 Oct. 92
- Manual LM 2500